

## PERLU TAPI TIDAK PERNAH: PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS GEOGEBRA

Toheri<sup>1)</sup>, Hendri Raharjo<sup>2)</sup>, Hendri Handoko<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Tadris Matematika, IAIN Syekh Nurjati Cirebon  
[htoheri15@gmail.com](mailto:htoheri15@gmail.com)

<sup>2)</sup>Program Studi Tadris Matematika, IAIN Syekh Nurjati Cirebon  
[hendriraharjo@syekhnurjati.ac.id](mailto:hendriraharjo@syekhnurjati.ac.id)

<sup>3)</sup>Program Studi Tadris Matematika, IAIN Syekh Nurjati Cirebon  
[handoko.hendri@gmail.com](mailto:handoko.hendri@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi dan permasalahan yang dihadapi guru matematika berkaitan dengan materi fungsi dan kalkulus, mendesain bahan ajar, memvalidasi dan mengevaluasinya. Desain penelitian menggunakan model Plomp dengan empat tahapan utama; Investigasi awal, Perancangan, Realisasi/konstruksi, dan Evaluasi dan revisi. Hasil menunjukkan bahwa ada sejumlah potensi yang belum dimanfaatkan guru untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi dalam mengajarkan fungsi dan kalkulus, masukan para ahli materi dan media menjadi rujukan perbaikan, respon sangat baik ditunjukkan oleh guru dan mahasiswa calon guru matematika ditunjukkan melalui angket yang disebar. Output yang dihasilkan menjadi salah satu alternatif untuk penguatan konsep dasar fungsi dan kalkulus juga sebagai alternatif untuk membelajarkannya kepada siswa dan mahasiswa.

**Kata Kunci:** Kontingensi Operan, tahapan pengembangan, Kurang Bahan

### A. PENDAHULUAN

Buku yang berkualitas, dan guru dan tenaga kependidikan merupakan dua syarat untuk meningkatkan kualitas SDM melalui pendidikan (Mulyasa, 2005:3). Buku atau modul ajar berkualitas harus memenuhi empat komponen: 1) Kelayakan isi, 2) kelayakan penyajian, 3) kelayakan bahasa, dan 4) kelayakan kegrafikan (BSNP, 2017). Guru profesional memiliki 4 kompetensi menurut Undang-undang Guru dan Dosen Nomor 14 tahun 2005. Kompetensi yang dimaksud antara lain: kompetensi profesional, kompetensi pedagogik, kompetensi pribadi dan kompetensi sosial. Untuk mahasiswa calon guru matematika, diperlukan tiga kemampuan: 1) kemampuan dibidang kerja, 2) kemampuan bidang pengetahuan, dan 3) kemampuan manajerial (IndoMs, 2014; Tim Penyusun, 2017).

Tuntutan lain termuat dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan dalam Bab IV terkait Standar Proses, Pasal 19 ayat 1, proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

Untuk itu, Bahan ajar yang berkualitas tentulah harus disusun dengan baik, terstruktur, sesuai dengan karakteristik siswa dan capaian kompetensi yang diharapkan. Bahan ajar yang digunakan oleh guru, manajemen kelas, pengetahuan dan kepribadian guru, serta metode pembelajaran yang digunakan akan mempengaruhi sikap siswa terhadap matematika (Yilmaz, et al. ,2010). Guru harus menyiapkan pembelajaran yang terstruktur dengan baik sehingga pembelajaran dapat terlaksana dan berpusat pada siswa ( Cai et al. 2009, p.26). Kemampuan guru dalam merancang ataupun menyusun materi atau bahan

ajar menjadi salah satu hal yang sangat berperan dalam menentukan keberhasilan proses belajar dan pembelajaran (Lestari, 2013, p.1). Praktik nyata yang dibuat oleh guru dan kemampuan mereka untuk mengintegrasikan ICT ke dalam proses pembelajaran berakibat efektivitas ICT di sekolah (Lorena, et.al.,2017). Perangkat seluler seperti laptop, tablet dan ponsel menjadi alat atau media pembelajaran yang berpotensi besar baik didalam kelas ataupun diluar kelas (Sung, Y. T., Chang, K. E., & Liu, T. C.,2016).

Kenyataan menunjukkan bahwa buku-buku teks kalkulus memandang materi-materi sebagai sebuah perhitungan dan aplikasi prosedur-prosedur daripada perspektif teori yang berakibat pada siswa sebagai penerima pasif bukan pemikir kritis, pembelajaran matematika dimuati dengan hafalan rumus-rumus dan prosedur perhitungan (Liang,2016). Padahal konsep tentang limit, turunan dan integral merupakan konsep yang sangat relevan dalam program studi pendidikan matematika yang bersifat abstrak dan hirarkis, dengan konsep dasarnya pada limit (Dane, A., Çetin, Ö. F., Bas, F., & Sağırılı, M. Ö.,2016). Guru matematika cenderung mengajarkan aplikasi konsep melalui latihan-latihan prosedur ketimbang menjelaskan mengapa langkah-langkah tersebut dapat dilakukan (Ma'rufi, Budayasa, I. K., & Juniati, D. ,2017). Hal ini berdampak adanya miskonsepsi siswa kelas XI terutama pada limit untuk  $x$  mendekati 0 (Winarso, W., & Toheri, T.,2017).Kesalahan yang sama juga dialami mahasiswa yang mengambil matakuliah kalkulus 1 selama 3 tahun berturut-turut.

Penggunaan geogebra dalam pembelajaran matematika memiliki berbagai manfaat. Geogebra memungkinkan untuk memberikan gambaran visual dari fungsi yang biasa disajikan secara verbal atau analitik (Mahmudi, A. & Negeri, J.P.M.F.U.,2011). mengurangi miskonsepsi siswa pada materi limit (Zulnaidi, H., & Oktavika, E.,2018). Meningkatkan hasil belajar dalam statistik, teorema tentang lingkaran dan ketertarikan dalam belajar (Emaikwu, S. O., Iji, C., & Abari, M.,2015; Tay, M. K., & Wonkyi, T. M. ,2018). meningkatkan hasil belajar dan sikap positif (Adegoke, A. I. (2016). Membantu guru meningkatkan pemahaman konsep (Agyei, D. D., & Benning, I.,2015).

Geogebra dirancang untuk membelajarkan aljabar, geometri dan kalkulus secara simultan (Hohenwarter (2008). Geogebra memungkinkan siswa untuk mempelajari konsep-konsep aljabar yang berkaitan fungsi akan lebih mudah untuk dipahami. Hal ini dikarenakan dalam geogebra dapat disajikan secara analitik maupun visual. Representasi visual yang disajikan dalam geogebra akan membantu siswa seperti melihat karakteristik fungsi, domain dan range fungsi, secara bersamaan (Mahmudi, A. & Negeri, J.P.M.F.U;2011). Geogebra sebagai alat pembelajaran, memberikan kesempatan untuk memahami konsep (Pfeiffer, C. (2017),

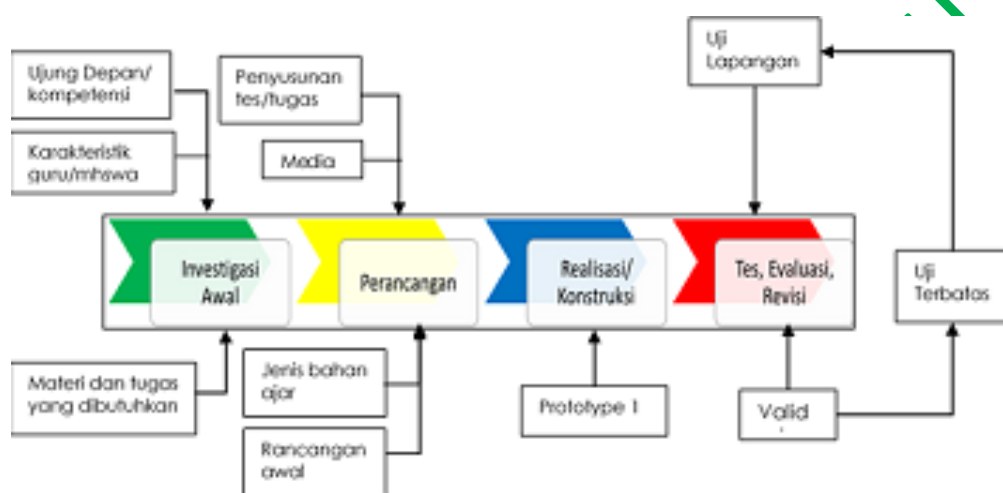
Kajian-kajian yang dilakukan lebih berorientasi pada penggunaan geogebra alat bantu dan media pembelajaran. Pengembangan bahan ajar geogebra versi android (Budiman dan Ramdhani,2017, Bahan Ajar Elektronik Berbasis Geogebra dengan Model Penemuan Terbimbing Pada Materi Bilangan Bulat (Amri,2018), Pengembangan bahan ajar program linear menggunakan aplikasi geogebra berbantuan android (Fazar, dkk.,2016),

Sedangkan kajian tentang integrasi geogebra dalam pengembangan bahan ajar fungsi dan kalkulus masih sulit ditemukan. Pengembangan bahan ajar ini didasarkan pada dua teori besar dalam pembelajaran matematika yakni, Teori Kontingensi Operan yang dikembangkan Skinner dan Teori Kondisi Belajar yang dikembangkan oleh Robert Cagne.

Pengembangan bahan ajar ini dilakukan untuk: mengkaji karakteristik bahan ajar fungsi dan kalkulus berbasis goegebra untuk guru dan calon guru matematik, dan mengkaji implementasi bahan ajar fungsi dan kalkulus berbasis geogebra pada guru dan mahasiswa calon guru.

## B. METODE PENELITIAN

Populasi dalam penelitian ini adalah guru-guru matematika yang tergabung dalam MGMP Matematika Kabupaten Brebes dengan sampel 35 guru, dan Mahasiswa semester1 dengan sampel 38 mahasiswa. Penelitian pengembangan bahan ajar ini menggunakan model Plomp dengan langkah-langkah seperti pada gambar 1 berikut;



**Gambar 1: Tahapan Pengembangan Bahan Ajar (Model Plomp)**

Instrumen pengumpulan data yang digunakan, antara lain: kuesioner potensi dan masalah untuk mengidentifikasi potensi dan permasalahan yang dihadapi oleh guru dan mahasiswa calon guru. Contoh instrumen yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2 berikut.

7. Bagaimana pandangan Bapak/Ibu terhadap Bahan Ajar tentang fungsi, limit, turunan dan integral yang digunakan selama ini?
  - A. Sangat membantu
  - B. Kurang membantu
8. Apakah Bapak/Ibu pernah membuat bahan ajar sendiri?
  - A. Pernah
  - B. Belum Pernah
9. Apakah di Sekolah tempat mengajar Bapak/Ibu terdapat laboratorium komputer dan LCD?
  - A. Ada laboratorium komputer dan LCD yang di tiap kelas
  - B. Tidak Ada laboratorium komputer, tapi LCD lengkap
  - C. Tidak Ada laboratorium komputer, dan LCD tidak lengkap

**Gambar 2: Kuesioner potensi dan masalah**

Validasi instrumen terdiri dari validasi ahli materi dan ahli media Contoh lembar validasi materi yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3 berikut.

Keterangan : SK = Sangat Kurang K = Kurang B = Baik SB = Sangat Baik

**I. ASPEK KELAYAKAN ISI**

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		SK	K	B	SB
A. Kesesuaian Materi dengan SK dan KD	1. Kelengkapan Materi				
	2. Keluasan materi.				
	3. Kedalaman materi.				
B. Keakuratan Materi	4. Keakuratan konsep dan definisi				
	5. Keakuratan data dan fakta				
	6. Keakuratan contoh dan kasus				

**II. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN**

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		SK	K	B	SB
A. Teknik Penyajian	1. Konsistensi sistematika sajian dalam kegiatan belajar				
	2. Keruntutan konsep				
B. Pendukung Penyajian	3. Contoh-contoh soal dalam setiap kegiatan belajar				
C. Keakuratan Materi	4. Soal latihan pada setiap akhir kegiatan belajar.				
	5. Kunci jawaban soal latihan				
	6. Umpan balik soal latihan				

**Gambar 3: Lembar validasi ahli materi**

Sedangkan Contoh lembar validasi materi yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4 berikut .

Keterangan : SK = Sangat Kurang K = Kurang B = Baik SB = Sangat Baik

**I. ASPEK KELAYAKAN KEGRAFIKAAN**

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		SK	K	B	SB
A. Ukuran Bahan Ajar	1. Kesesuaian ukuran Bahan Ajar dengan standar ISO.				
	2. Kesesuaian ukuran dengan materi isi Bahan Ajar				
B. Desain Sampul Bahan Ajar (Cover)	3. Penampilan unsur tata letak pada sampul muka, belakang dan punggung secara harmonis memiliki irama dan kesatuan serta konsisten				
	4. Menampilkan pusat pandang (center point) yang baik				
	5. Warna unsur tata letak harmonis dan				

**II. ASPEK KELAYAKAN BAHASA**

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	ALTERNATIF PILIHAN			
		SK	K	B	SB
A. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat..				
	2. Keefektifan kalimat.				
	3. Kebakuan istilah.				
B. Komunikatif	4. Pemahaman terhadap pesan atau informasi.				
C. Dialogis dan Interaktif	5. Menampilkan pusat pandang (center point) yang baik				
	6. Kemampuan mendorong berpikir kritis				

**Gambar 4: Lembar validasi ahli media**

Sedangkan contoh angket respon guru dan mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar geogebra yang digunakan dalam penelitian ini dapat disajikan pada gambar 5 berikut.

**B. PENILAIAN ANGKET RESPON MAHASISWA BERDASARKAN INDIKATOR-INDIKATOR**

1) Apakah pembelajaran matematika fungsi dan kalkulus dengan bahan ajar berbasis geogebra menurut saya menarik ?

1 2 3 4 5

Sangat tidak menarik Sangat menarik

2) Apakah pembelajaran fungsi dan kalkulus dengan bahan ajar berbasis geogebra membuat saya lebih berkonsentrasi terhadap materi pelajaran ?

1 2 3 4 5

Sangat tidak konsentrasi Sangat berkonsentrasi

Gambar 5: Angket respon guru dan mahasiswa

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil-hasil dalam penelitian pengembangan yang telah dilakukan disajikan secara bersamaan dengan pembahasan. Penyajian hasil akan disesuaikan dengan tahapan-tahapan pengembangan yang telah dilakukan, yakni: Investigasi Awal, Perancangan, Konstruksi, dan Tes, Evaluasi dan Revisi.

#### Tahap 1 Investigasi awal

Mahasiswa sebagai calon guru matematika mesti memiliki dua kemampuan utama (IndoMs, 2014; Tim Penyusun, 2017), yaitu, kemampuan dibidang kerja dan pengetahuan. Sedangkan Guru matematika diwajibkan memiliki 4 kompetensi menurut Undang-Undang Guru dan Dosen Nomor 14 Tahun 2005, yakni: Kompetensi profesional, kompetensi pedagogik, pribadi dan sosial. Kompetensi pedagogik meliputi; menentukan strategi pembelajaran berdasarkan karakteristik peserta didik, kompetensi yang ingin dicapai, dan materi ajar, serta menyusun rancangan pembelajaran berdasarkan strategi yang dipilih; Melaksanakan pembelajaran yang meliputi menata latar ( setting) pembelajaran dan melaksanakan pembelajaran yang kondusif. Sedangkan kompetensi profesional, meliputi: Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung pelajaran yang dimampu; Mengusai standar kompetensi dan kompetensi dasar mata pelajaran/bidang pengembangan yang dimampu; Mengembangkan materi pembelajaran yang dimampu secara kreatif.

Beberapa kondisi yang dimiliki oleh guru-guru di Kabupaten Brebes dapat dilihat, pada diagram berikut;

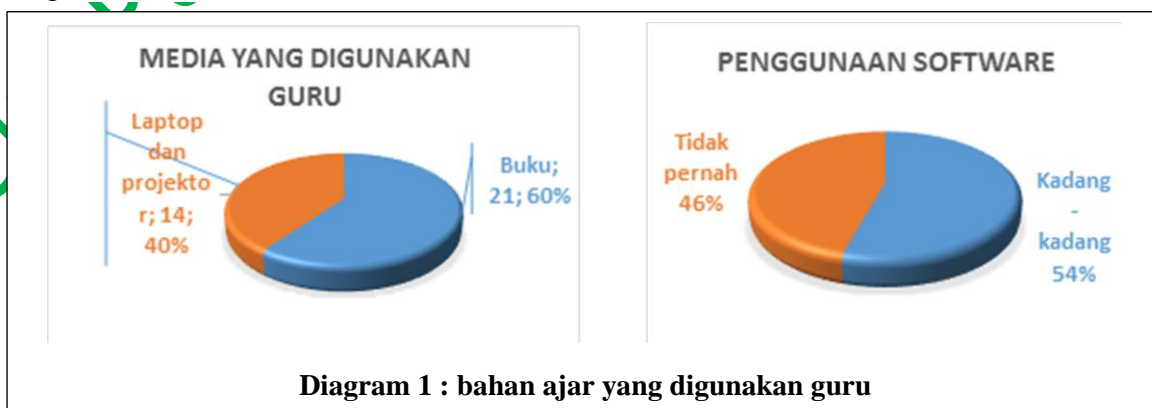
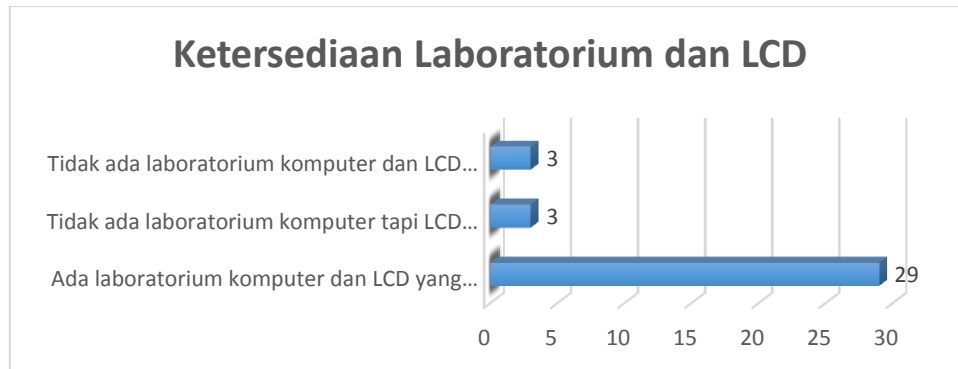
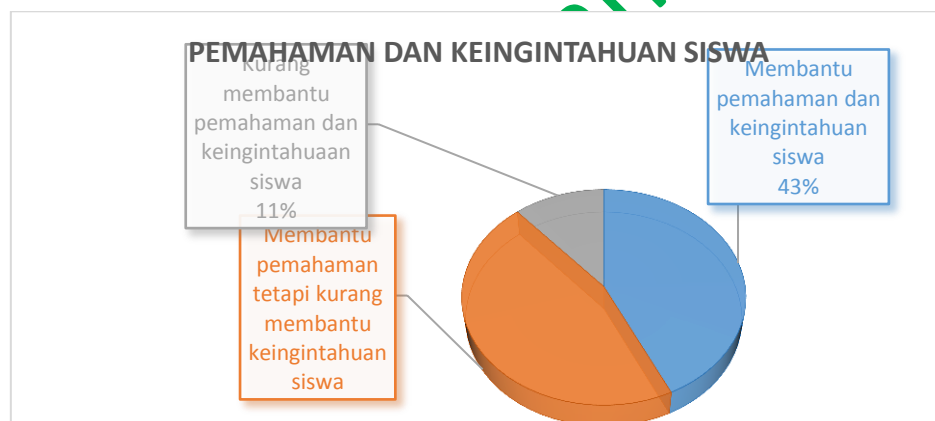


Diagram 1 menunjukkan bahwa buku menjadi bahan ajar yang dominan digunakan oleh guru, meskipun demikian sebagian guru menggunakan laptop dan proyektor yang kadang-kadang menggunakan software. Padahal hampir setiap sekolah memiliki laboratorium komputer yang dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran matematika. Hal ini ditunjukkan pada diagram 2 berikut.



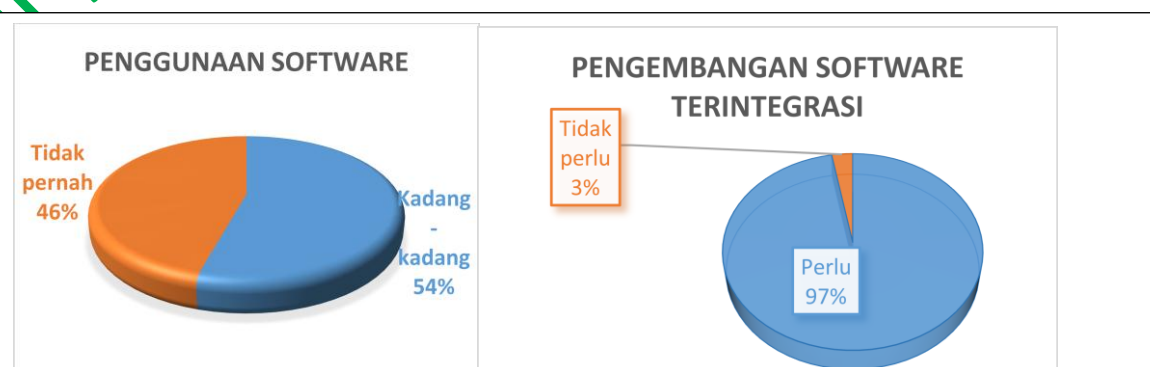
**Diagram 2 : Ketersediaan Laboratorium dan LCD**

Penggunaan buku sebagai bahan ajar memang membantu pemahaman siswa, akan tetapi kurang membantu keingintahuan siswa seperti ditunjukkan pada diagram 3 berikut. Buku teks yang digunakan dalam pembelajaran matematika dimuati dengan hafalan rumus-rumus dan prosedur perhitungan (Liang,2016).



**Diagram 3 : Pembelajaran matematika yang dilakukan**

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika penting dilakukan. Penggunaan software terintegrasi dalam bahan ajar perlu dilakukan, akan tetapi para guru kurang sekali dalam menggunakannya dalam pembelajaran sehari-hari. Hal ini ditunjukkan pada diigram 4 berikut ini.



**Diagram 3 :Pengembangan dan penggunaan software**



Kesalahan pemahaman konsep limit dan integral tentu terjadi. Hampir semua peserta secara spontan menjawab

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{3}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{3}{0} = \infty$$

dan juga

$$\int_{-1}^2 \frac{3}{x^2} dx = \frac{3}{-2+1} x^{-2+1} \Big|_{-1}^2 = \frac{-3}{x} \Big|_{-1}^2 = \frac{-3}{2} - \left( \frac{-3}{-1} \right) = \frac{-3}{2} - 3 = -4 \frac{1}{2}$$

Kedua jawaban yang disampaikan oleh mahasiswa calon guru dan guru matematika di atas menunjukkan adanya kesalahan pemahaman konsep dalam limit dan integral tentu. Mereka melupakan syarat tentang nilai limit dan teorema keintegralan dari sebuah fungsi (Toheri, 2015; Winarso, W., & Toheri, T., 2017).

Berdasarkan kondisi diatas dapat disusun SWOT berikut,

Tabel 1 : Analisis SWOT kondisi guru dan mahasiswa calon guru

SWOT	<b>Kekuatan:</b> Ada laboratorium sekolah Dapat mengoperasikan komputer Lulusan S1 dan sebagian S2 dari pendidikan matematika	<b>Kelemahan:</b> Keterbatasan sumber/bahan Sulit menggambarkan grafik Belum membantu keingintahuan siswa
<b>Peluang;</b> Banyak software gratis Banyak PT yang bisa diajak kerjasama <b>Tantangan:</b> Tuntutan penggunaan teknologi Materi fungsi dan kalkulus banyak	<b>Pembelajaran Matematika melalui penggunaan bahan ajar fungsi dan Kalkulus berbasis software gratis untuk membantu pemahaman dan keingintahuan siswa</b>	

## Tahap 2 Perancangan

Perancangan yang dilakukan dalam pengembangan ini dilakukan melalui pembuatan outline bahan ajar. Perubahan outline rancangan terjadi setelah didiskusikan dengan Para pengurus MGMP pada tanggal 13 September 2018. Perubahan ini dilakukan agar lebih praktis guru dapat menggunakannya dalam pembelajaran di kelas mereka.

Navigation	Daftar Isi
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bab I Fungsi dan Grafiknya ..... 7</li> <li>1.1 Tinjauan Umum Materi ..... 7</li> <li>1.2 Hubungan dengan Materi lain ..... 8</li> <li>1.3 Uraian Materi ..... 9</li> <li>Kegiatan Belajar 1 : Fungsi Polinomial ..... 9</li> <li>A. Tujuan Kompetensi ..... 9</li> <li>B. Uraian Materi ..... 9</li> <li>C. Tes Formatif ..... 13</li> <li>D. Tugas ..... 17</li> <li>E. Rangkuman ..... 17</li> <li>Kegiatan Belajar 2 ..... 19</li> <li>Kegiatan Belajar 3 ..... 27</li> <li>Kegiatan Belajar 4 : eksponensial, logaritma dan Invers Fungsi ..... 27</li> <li>1.4 Penugasan ..... 27</li> <li>1.5 Rangkuman ..... 27</li> <li>Bab II Limit Fungsi ..... 28</li> <li>2.1 Tinjauan Umum Materi ..... 28</li> <li>2.2 Hubungan dengan Materi lain ..... 28</li> <li>2.3 Uraian Materi ..... 28</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kata Pengantar .....</li> <li>Daftar Isi .....</li> <li>KEGIATAN 1 .....</li> <li>KEGIATAN 2 .....</li> <li>KEGIATAN 3 .....</li> <li>KEGIATAN 4 .....</li> <li>KEGIATAN 5 .....</li> <li>KEGIATAN 6 .....</li> <li>KEGIATAN 7 .....</li> <li>KEGIATAN 8 .....</li> <li>KEGIATAN 9 .....</li> <li>KEGIATAN 10 .....</li> <li>KEGIATAN 11 .....</li> <li>KEGIATAN 12 .....</li> <li>Daftar Pustaka .....</li> </ul>

Gambar 5 : Perubahan outline bahan ajar

Perubahan utama dilakukan dengan merubah item-item bab menjadi paket-paket kegiatan agar lebih praktis dan fokus dalam setiap kegiatan yang dilakukan.

### Tahap 3 Konstruksi bahan ajar

Bahan ajar ini disusun dalam bentuk 12 kegiatan, dimana setiap kegiatan terdiri dari 4 bagian utama, yaitu : Tujuan, Dasar Teori, Langkah-langkah, dan Penguatan. Secara umum komponen bahan ajar dapat dilihat berikut;

Tabel 2 : Konstruksi Bahan Ajar

Pokok Bahasan/Sub Pokok Bahasan	Kegiatan	Tujuan
Pengenalan Geogebra	Kegiatan 1	Peserta mengenal berbagai fasilitas yang disediakan geogebra untuk menyelesaikan persoalan-persoalan berkaitan dengan Fungsi, Transformasi Fungsi, Limit, Kalkulus, khususnya Kalkulus Integral
Eksplorasi Fungsi linier	Kegiatan 2	Peserta dapat membuat grafik fungsi linier dari dua titik yang diketahui, titik dengan gradien, hubungan dua garis, dan transformasi garis
Eksplorasi Fungsi Kuadrat, Akar dan Pecahan	Kegiatan 3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengidentifikasi karakteristik fungsi kuadrat dengan menggunakan geogebra</li> <li>2. Mengidentifikasi karakteristik berbagai bentuk fungsi pecahan</li> <li>3. Mengidentifikasi karakteristik fungsi akar</li> </ol>
Eksplorasi Fungsi Eksponen dan Logaritma	Kegiatan 4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggambar dengan cermat fungsi eksponen dan logaritma</li> <li>2. Mengidentifikasi perilaku dan karakteristik fungsi eksponen dan logaritma</li> <li>3. Menemukan hubungan antara fungsi eksponen dan logaritma</li> <li>4. Menggunakan geogebra untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang melibatkan fungsi eksponen dan logaritma</li> </ol>
Transformasi Fungsi	Kegiatan 5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan geogebra untuk menentukan hasil transformasi fungsi</li> <li>2. Mengidentifikasi jenis-jenis transformasi dan perubahan fungsi dari hasil transformasi</li> <li>3. Menentukan hubungan pencerminan terhadap <math>y = x</math> dengan fungsi invers</li> </ol>
Limit Fungsi	Kegiatan 6	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengidentifikasi nilai limit tertentu untuk fungsi aljabar dan pecahan</li> <li>2. Mengeksplorasi limit fungsi untuk fungsi trigonometri</li> <li>3. Menggunakan geogebra untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan limit fungsi</li> </ol>
Turunan Fungsi	Kegiatan 7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menguraikan kembali definisi turunan dari persamaan garis singgung</li> <li>2. Menggunakan geogebra untuk menentukan turunan fungsi dari berbagai jenis fungsi</li> <li>3. Menggunakan geogebra untuk mengilustrasikan sifat-sifat turunan</li> <li>4. menggunakan geogebra untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan turunan</li> </ol>
Anti Turunan	Kegiatan 8	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. memahami anti turunan sebagai kebalikan dari</li> </ol>



Pokok Bahasan/Sub Pokok Bahasan	Kegiatan	Tujuan
		turunan 2. menentukan hasil integrasi dari fungsi aljabar dan lainnya 3. menjelaskan sifat-sifat integral dengan bantuan geogebra
Notasi Sigma	Kegiatan 9	1. menunjukkan jumlah khusus 2. menentukan hasil integrasi dari fungsi aljabar dan lainnya 3. menjelaskan sifat-sifat integral dengan bantuan geogebra 4. menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan integral taktentu atau anti turunan
Luas Poligon	Kegiatan 10	1. Menggunakan geogebra untuk menentukan luas daerah poligon dalam 2. Menggunakan geogebra untuk menentukan luas daerah poligon luar 3. Menggunakan geogebra untuk menentukan luas daerah poligon gabungan 4. Menggunakan geogebra untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan luas daerah poligon
Menentukan Nilai Integral Tentu	Kegiatan 11	1. Menggunakan geogebra untuk menentukan jumlah Riemann 2. Menggunakan geogebra untuk menentukan nilai integral sebuah fungsi 3. Menggunakan geogebra untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan nilai integral tentu
Menentukan Luas dan Volume	Kegiatan 12	1. Menggunakan geogebra untuk menentukan luas daerah 2. Menggunakan geogebra untuk menentukan volume benda putar 3. Menggunakan geogebra untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan luas dan volume

Konstruksi yang disusun memang masih belum sepenuhnya mengacu pada standar yang ditentukan oleh BSNP, akan tetapi bahan ajar ini sangatlah disesuaikan dengan kebutuhan para guru, baik sebagai bahan pembelajaran ataupun untuk pengembangan bahan praktek mereka dikelas.

#### Tahap 4 Validasi, evaluasi dan revisi

Uji validasi dilakukan oleh tiga ahli materi dengan hasil sebagai berikut;

Tabel 3: Kelayakan Isi

	V1	V2	V3
Kesesuaian materi dengan Kompetensi	Baik	Baik	Baik
Keakuratan Materi	Cukup	Cukup	Baik
Kemuthakiran Materi	Baik	Cukup	Baik
Mendorong Keingintahuan	Baik	Baik	Cukup

Tabel 4: Kelayakan Penyajian

	V1	V2	V3
<b>Teknik Penyajian</b>	Baik	Baik	Baik
<b>Pendukung Penyajian</b>	Baik	Baik	Baik
<b>Keakuratan Materi</b>	Baik	Cukup	Cukup
<b>Penyajian Pembelajaran</b>	Baik	Baik	Baik
<b>Koherensi dan Keruntutan Alur</b>	Cukup Baik	Baik	Cukup Baik

Berdasarkan data pada tabel 3 dan tabel 4, Materi dan penyajian dalam bahan ajar yang dikembangkan sudah cukup baik untuk digunakan. Saran untuk perbaikan dapat dilakukan pada tujuan untuk diarahkan pada penggunaan geogebra untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan pokok bahasan dan penambahan sedikit materi pada persamaan kuadrat agar lebih terlihat lagi koherensi dan keruntutan materinya.

Sedangkan hasil validasi ahli media dapat disajikan pada tabel berikut

Tabel 5: Kelayakan Kefrafikan

	V1	V2	V3
Ukuran Bahan Ajar	Baik	Baik	Baik
Desain Sampul/Cover	Cukup	Cukup	Baik
Desain Isi	Baik	Cukup	Baik

Tabel 6: Kelayakan Bahasa

	V1	V2	V3
Lugas	Baik	Baik	Baik
Komunikatif	Cukup	Cukup	Kurang Baik
Dialogis dan Interaktif	Baik	Cukup	Baik
Kesesuaian dengan Perkembangan Peserta didik	Cukup	Baik	Baik
Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa	Sangat Baik	Baik	Baik
Penggunaan istilah, simbol, atau ikon.	Baik	Baik	Baik

Berdasarkan tabel 5 dan 6, kelayakan kegrafikan dan kebahasaan bahan ajar ini sudah cukup baik dan dapat digunakan, hanya perlu diperbaiki dalam cover terutama harmonisasi warna dan ilustrasi sampul, pemisahan antar paragraf, penempatan ilustrasi bagian isi yang masih mengganggu teks ataupun subjudul.

Bahan Ajar tersebut kemudian diimplementasikan pada guru-guru di MGMP dan mahasiswa dengan rincian sebagai berikut

Tabel 7: Implementasi penggunaan bahan ajar

Hari	Waktu	Materi	Obyek
Rabu, 24 Oktober 2018	08.00 16.00	– Eksplorasi Fungsi linier, kuadrat, akar, pangkat, eksponen dan logaritma serta transformasi fungsi	Guru-guru MGMP Kabupaten Cirebon
Rabu, 31	08.00	– Eksplorasi limit fungsi dan turunan	Guru-guru MGMP

Oktober 2018	16.00	fungsi, perilaku grafik	Kabupaten Cirebon
Rabu, 7 Nopember 2018	08.00 16.00	– Antiturunan, notasi sigma dan poligon, nilai turunan, luas dan volumen bend aputar	Guru-guru MGMP Kabupaten Cirebon
Kamis 25 Oktober 2018	08.00 16.00	– Eksplorasi Fungsi linier, kuadrat, akar, pangkat, eksponen dan logaritma serta transformasi fungsi	Mahasiswa Semester I kelas A dan B
Kamis, 1 November 2018	08.00 16.00	– Eksplorasi limit fungsi dan turunan fungsi, perilaku grafik	Mahasiswa Semester I kelas A dan B

Evaluasi yang dilakukan dalam kajian ini adalah berupa respon guru dan mahasiswa calon guru terhadap penggunaan bahan ajar yang disusun. Hasil ini dapat disajikan dalam diagram berikut.

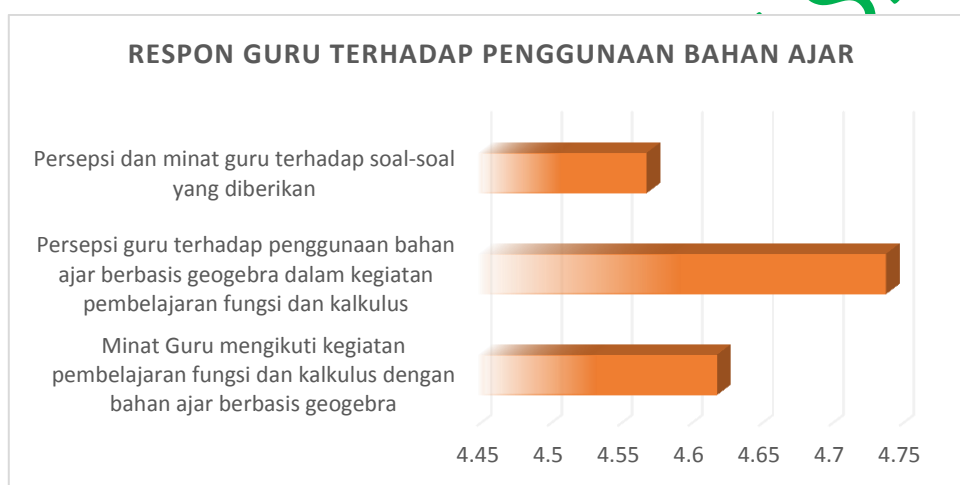


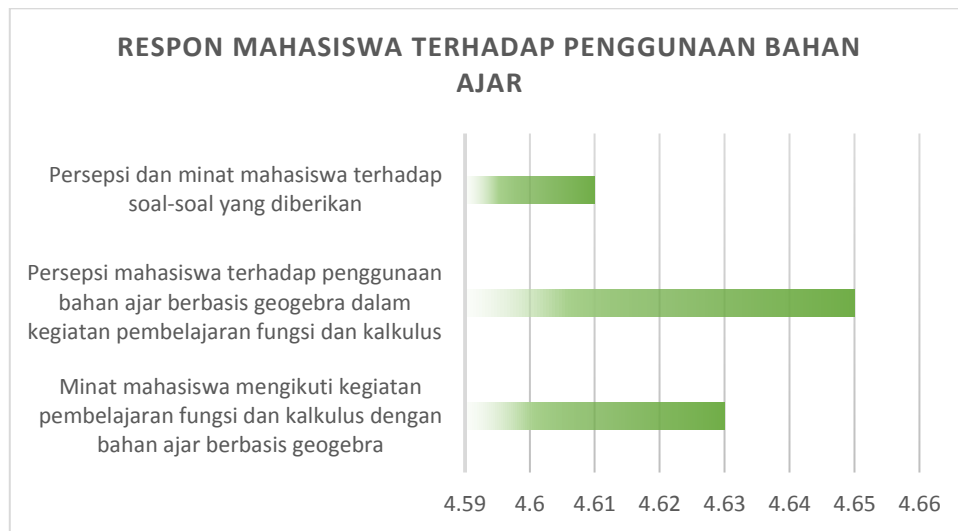
Diagram 4: Respon guru terhadap penggunaan bahan ajar

Data pada diagram 4 menunjukkan respon yang sangat baik dari para guru terhadap bahan ajar dan penggunaan bahan ajar geogebra yang dikembangkan dalam penelitian. Sikap positif juga ditunjukkan selama mengikuti kegiatan yang dilaksanakan. Pembelajaran dengan geogebra dapat meningkatkan hasil belajar dan sikap positif (Adegoke, A. I. (2016). Ilustrasi yang diberikan berkaitan dengan limit dan integral tentu dengan menggunakan geogebra menyakinkan mereka tentang pentingnya konsep-konsep dasar yang diilustrasikan secara grafik sehingga menambah pemahaman (Agyei, D. D., & Benning, I., 2015; Pfeiffer, C., 2017).

Hasil yang serupa juga diperoleh dari respon mahasiswa yang telah mengikuti dua topik kegiatan pembelajaran yakni eksplorasi fungsi dan limit. Mahasiswa sangat merespon positif pembelajaran dengan geogebra terutama yang berkaitan dengan penggambaran grafik fungsi. Ketertarikan dan keingintahuan muncul dengan melakukan trial and error terhadap fungsi-fungsi yang mereka tentukan sendiri. Hal ini memungkinkan karena geogebra dapat dilakukan secara simultan antara geometri dan kalkulus secara simultan (Hohenwarter (2008).

Representasi visual yang disajikan dalam geogebra akan membantu mahasiswa seperti melihat karakteristik fungsi, domain dan range fungsi, secara bersamaan (Mahmudi, A. & Negeri, J.P.M.F.U; 2011). Geogebra sebagai alat pembelajaran, memberikan kesempatan untuk memahami konsep (Pfeiffer, C., 2017) tentang fungsi dan limit. Kemudahan-

kemudahan ini dapat juga berimplikasi pada keingintahuan mahasiswa untuk lebih mengeksplorasi sesuai dengan bekal pengetahuan dan pemahaman mereka terhadap fungsi dan kalkulus. Hal ini dapat diindikasikan dari respon mereka yang disajikan dalam diagram 5 berikut ini.



**Diagram 5: Respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar**

Berdasarkan hasil validasi ahli materi dan media serta respon guru dan mahasiswa calon guru, maka revisi dilakukan terhadap bahan ajar ini, mulai dari sampul/cover, penambahan materi isi, penataan tampilan grafik, gambar serta keruntutan penyajiannya. Berikut beberapa revisi yang telah dilakukan,

**KEGIATAN 3**  
**EKSPLORASI FUNGSI KUADRAT, PECAHAN DAN AKAR**

**Tujuan**

Setelah mengikuti kegiatan ini dengan baik dan aktif, peserta diharapkan dapat:

1. Mengidentifikasi karakteristik fungsi kuadrat dengan menggunakan geogebra
2. Mengidentifikasi karakteristik berbagai bentuk fungsi pecahan
3. Mengidentifikasi karakteristik fungsi akar
4. Menggunakan geogebra untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan fungsi kuadrat, pecahan dan akar.

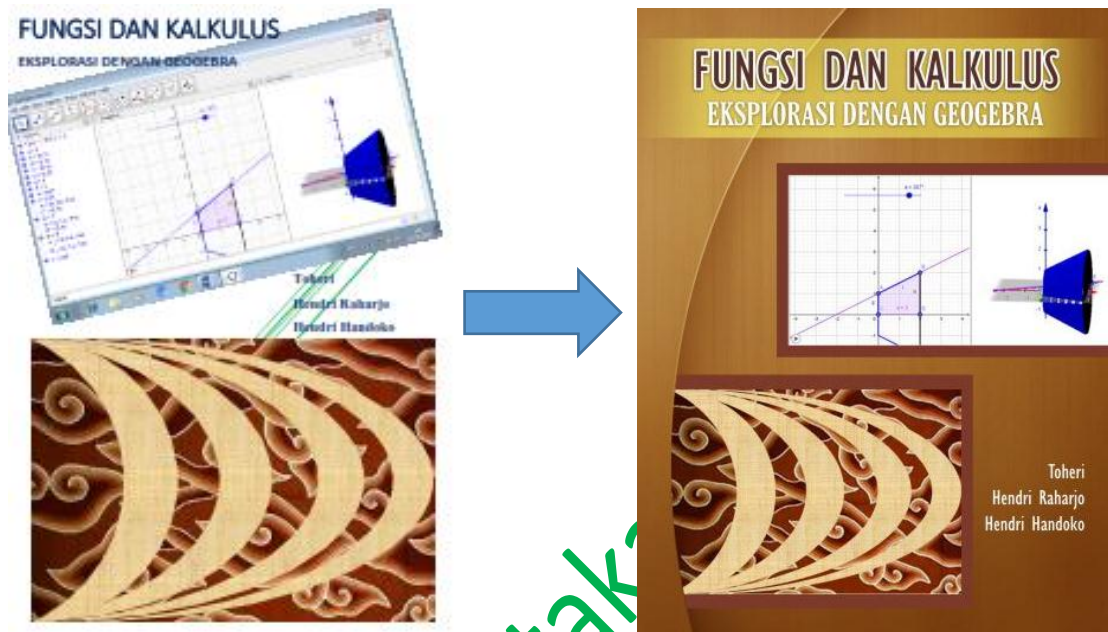
Penambahan ini dilakukan untuk memperkuat ketrampilan para guru dan calon guru dalam menggunakan geogebra.

Pada dasar teori dilakukan penambahan teori untuk penentuan persamaan fungsi kuadrat apabila diketahui 3 buah titik seperti berikut ini;

<p>beberapa konsep yang penting dalam fungsi kuadrat, antara lain:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Diskriminan, <math>D = b^2 - 4ac</math></li> <li>b. Titik potong dengan sumbu-<math>x</math> (akar-akar persamaan kuadrat)</li> <li>c. Sumbu simetri, <math>x = \frac{x_1 + x_2}{2} = -\frac{b}{2a}</math></li> <li>d. Titik Balik, <math>\left(-\frac{b}{2a}, -\frac{D}{4a}\right)</math> atau <math>\left(-\frac{b}{2a}, f\left(-\frac{b}{2a}\right)\right)</math></li> <li>e. Nilai maksimum/minimum, <math>y = -\frac{D}{4a}</math> atau <math>y = f\left(-\frac{b}{2a}\right)</math></li> </ol> <p><b>Fungsi Pecahan</b></p> <p>Fungsi pecahan biasa dinyatakan dengan <math>y = f(x) = \frac{p(x)}{q(x)}</math> dengan <math>q(x)</math></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>c. Sumbu simetri, <math>x = \frac{x_1 + x_2}{2} = -\frac{b}{2a}</math></li> <li>d. Titik Balik, <math>\left(-\frac{b}{2a}, -\frac{D}{4a}\right)</math> atau <math>\left(-\frac{b}{2a}, f\left(-\frac{b}{2a}\right)\right)</math></li> <li>e. Nilai maksimum/minimum, <math>y = -\frac{D}{4a}</math> atau <math>y = f\left(-\frac{b}{2a}\right)</math></li> </ol> <p>Fungsi kuadrat juga dapat ditentukan apabila diketahui tiga buah titik <math>B(x_2, y_2)</math>, dan <math>C(x_3, y_3)</math>, dengan menggunakan sistem persamaan berikut;</p> $ax_1^2 + bx_1 + c = y_1$ $ax_2^2 + bx_2 + c = y_2$ $ax_3^2 + bx_3 + c = y_3$
---	--

Sedangkan masukkan-masukkan validator berkaitan dengan ahli media antara lain: 1) Aspek Kelayakan Kegrafikan meliputi: pengaturan tata letak grafik; tabel dan gambar; Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi; Ilustrasi sampul (Bentuk, warna, ukuran, proporsi obyek sesuai realita); Pemisahan antar paragraf jelas; Penempatan hiasan/ilustrasi sebagai latar belakang tidak mengganggu judul, teks, angka halaman; Penempatan judul, subjudul, ilustrasi, dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman; 2) Aspek kelayakan bahasa meliputi: bahasa yang kurang komunikatif dan kesesuaian bahasa dengan perkembangan guru.

Perubahan desain sampul buku dapat dilihat berikut;



Beberapa revisi kesalahan tulisan telah dilakukan juga dalam bahan ajar ini. Bahan ajar yang didesain terdiri dari 12 kegiatan, yakni : Kegiatan 1 tentang mengenal geogebra untuk kalkulus; Kegiatan 2 Eksplorasi Fungsi Linier; Kegiatan 3 Eksplorasi Fungsi Kuadrat, Pangkat dan Akar; Kegiatan 4 Fungsi Eksponen dan Logaritma; Kegiatan 5 Transformasi Fungsi; Kegiatan 6 Limit Fungsi; Kegiatan 7 Turunan Fungsi; Kegiatan 8 Anti Turunan; Kegiatan 9 Notasi Sigma; Kegiatan 10 Luas Poligon; Kegiatan 11 Menentukan Nilai Integral; dan Kegiatan 12 Menentukan Luas dan Volume.

#### D. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pengembangan bahan ajar ini, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut;

1. Guru-guru matematika di Kabupaten Brebes memiliki potensi yang baik meskipun memiliki beberapa permasalahan yang dihadapi. Adanya laboratorium komputer dan LCD di sekolah-sekolah yang kurang dimanfaatkan maksimal; mereka dapat membantu pemahaman siswa tetapi kurang membantu keingintahuan siswa; Buku menjadi satu-satunya bahan ajar yang dapat dimanfaatkan; mereka mengalami kesulitan dalam menggambar grafik, menentukan nilai integral tentu, dan turunan; Materi-materi yang sangat banyak; melupakan konsep-konsep dasar dari limit dan integral tentu sehingga menimbulkan miskonsepsi.
2. Bahan ajar fungsi dan kalkulus dirancang dalam bentuk paket-paket kegiatan sebanyak 12 kegiatan dari mulai pengenalan geogebra sampai dengan penentuan luas dan volume

3. Bahan Ajar ini disusun untuk setiap kegiatannya terdiri 4 point utama, yakni: 1) tujuan; 2) dasar teori, 3) langkah-langkah; dan 4) Penguatan.
4. Hasil Uji validasi menunjukkan adanya sedikit perbaikan yang mesti dilakukan seperti penambahan point dalam tujuan agar memuat penggunaan geogebra untuk pemecahan masalah dengan materi terkait. Beberapa aspek kegrafikan juga mesti diperbaiki terutama yang memuat penulisan persamaan, gambar, grafik dan tabel serta penataan indexing.
5. Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan, guru dan mahasiswa guru menyatakan bahwa bahan ajar fungsi dan kalkulus ini sangat baik untuk digunakan. Pernyataan ini diperoleh dari angket yang disebarkan dengan tiga indikator, yakni: Persepsi terhadap penggunaan bahan ajar fungsi dan kalkulus berbasis geogebra, minat mengikuti pembelajaran/kegiatan, dan persepsi dan minat terhadap soal-soal yang diberikan.

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dilakukan, beberapa saran dapat disampaikan sebagai berikut;

1. Bahan ajar fungsi dan kalkulus berbasis geogebra ini dapat dijadikan sumber belajar alternatif untuk guru matematika dalam rangka penguatan konsep-konsep dasar tentang fungsi dan kalkulus ataupun sebagai bahan ajar dikelas. Untuk mahasiswa calon guru bahan ini dapat dijadikan sebagai bahan belajar dalam perkuliahan ataupun untuk mengeksplorasi tentang fungsi dan kalkulus.
2. Penelitian ini masih belum mengkaji tentang efektivitas bahan ajar ini terhadap siswa dan mahasiswa misalnya berkaitan dengan hasil belajar, ketrampilan penggunaan geogebra. Dengan demikian, dapat dilakukan penelitian lanjutannya untuk mendapatkan sejauhmana efektivitas bahan ajar fungsi dan kalkulus dalam pembelajaran di sekolah oleh guru ataupun oleh dosen terhadap mahasiswa.
3. Output penelitian berupa bahan ajar dapat dipergunakan sebagai bahan belajar mandiri bagi pembaca yang tertarik untuk mempelajari tentang penggunaan geogebra dalam fungsi dan kalkulus.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada pihak Prodi Tadris Matematika, Lembaga Penelitian dan Pengabdian, dan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN Syekh Nurjati Cirebon atas pemberian kesempatan dan bantuan dana penelitian DIPA tahun 2018.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adegoke, A. I. (2016). GEOGEBRA: THE THIRD MILLENNIUM PACKAGE FOR MATHEMATICS INSTRUCTION IN NIGERIA. *Annals. Computer Science Series*, 14(1).
- Agyei, D. D., & Benning, I. (2015). Pre-service teachers' use and perceptions of GeoGebra software as an instructional tool in teaching mathematics. *Journal of Educational Development and Practice*, 5(1), 14-30.
- Amri (2018). *Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Berbasis Geogebra dengan Model Penemuan Terbimbing Pada Materi Bilangan Bulat*: Prosiding
- Budiman dan Ramdhani (2017). *Pengembangan bahan ajar matematika sma berbasis geogebra versi android*: Jurnal



- Dane, A., Çetin, Ö. F., Bas, F., & Sağırılı, M. Ö. (2016). A Conceptual and procedural research on the hierarchical structure of mathematics emerging in the minds of university students: An example of limit-continuity-integral-derivative. *International Journal of Higher Education*, 5(2), 82.
- Emaikwu, S. O., Iji, C., & Abari, M. (2015). Effect of GeoGebra on Senior Secondary School Students' Interest and Achievement in Statistics in Makurdi Local Government Area of Benue State Nigeria. *Journal of Mathematics (IOSRJM)*, 2(3), 14-21.
- Fazar, dkk (2016). *Pengembangan bahan ajar program linear menggunakan aplikasi geogebra berbantuan android di Sekolah Menengah Atas*. Jurnal IPPM
- Hohenwarter, M. & Fuchs, K. (2004). Combination of Dynamic Geometry, Algebra, and Calculus in the Software System Geogebra. Tersedia: [www.geogebra.org/publications/pecs\\_2004.pdf](http://www.geogebra.org/publications/pecs_2004.pdf).
- Mahmudi, A. & Negeri, J.P.M.F.U.(2011). *Pemnafataan Geogebra dalam Pembelajaran Matematika*. In makalah pada Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika yang diselenggarakan oleh Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ma'rufi, Budayasa, I. K., & Juniati, D. (2017, February). Pedagogical content knowledge: Knowledge of pedagogy novice teachers in mathematics learning on limit algebraic function. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1813, No. 1, p. 050003). AIP Publishing.
- Leong, K. E., Meng, C. C., Rahim, A., & Syrene, S. (2015). Understanding Malaysian Pre-Service Teachers Mathematical Content Knowledge and Pedagogical Content Knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(2).
- Liang, S. (2016). Teaching the Concept of Limit by Using Conceptual Conflict Strategy and Desmos Graphing Calculator. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(1), 35-48.
- Pfeiffer, C. (2017). A study of the development of mathematical knowledge in a geogebra-focused learning environment.
- Sung, Y. T., Chang, K. E., & Liu, T. C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252-275.
- Tay, M. K., & Wonkyi, T. M. (2018). Effect of using Geogebra on senior high school students' performance in circle theorems. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 14, 1-18.
- Toheri.(2015). *Kalkulus Integral*. Eduvision
- Winarso, W., & Toheri, T. (2017). A Case Study of Misconceptions Students in the Learning of Mathematics; The Concept Limit Function in High School. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 4(1).

Zulnaidi, H., & Oktavika, E. (2018). THE EFFECT OF GEOGEBRA ON STUDENTS' MISCONCEPTIONS OF LIMIT FUNCTION TOPIC. *JuKu: Jurnal Kurikulum & Pengajaran Asia Pasifik*, 6(1), 1-6.

Koleksi Pusat Perpustakaan IAIN SNJ Cirebon